

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) SE

(51) Int nationell klass 6

G01N 27/12, 27/22, H01L 29/94

**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET**

(45) Patent meddelat 1996-04-29
(41) Ansökan allmänt tillgänglig 1996-03-24
(22) Patentansökan inkom 1994-09-23
(24) Löpdag 1994-09-23
(62) Stamansökans nummer
(86) Internationell ingivningsdag
(86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
(83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer 9403218-2

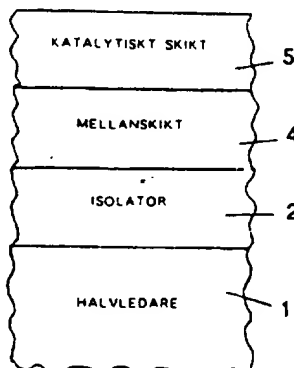
Ansökan inkommen som:

- ☒ svensk patentansökan
☐ fullföljd internationell patentansökan med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan med nummer

(30) Prioritetsuppgifter

- (73) PATENTHAVARE Forskarpatent AB, 580 00 Linköping SE
(72) UPPFINNARE Amir Baranzahi, Linköping SE, Ingemar Lundström, Linköping SE, Anita Lloyd Spetz, Linköping SE
(74) OMBUD Forskarpatent i Linköping AB
(54) BENÄMNING Förfarande och anordning för gasdetektion
(56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER: US A 5 285 084 (257:77)
(57) SAMMANDRAG:

Den föreliggande uppfinningen är en gaskänslig halvledaranordning lämplig att skapa matriser som har ett eller flera element innehållande åtminstone två skikt belagda på ett halvledarsubstrat, varvid skikten erbjuder bättre långtidsstabilitet och snabbare gensvar jämfört med komponenter med bara ett skikt. Skiktet i kontakt med gasen som ska detekteras är katalytiskt aktivt medan de andra skikten inte behöver vara katalytiska, men ger förändringar i det elektriska fältet vid halvledaren i närvaro av gasen som ska detekteras. Den avkännande delen kan användas upp till omkring 1000°C och är därför av intresse för gaskänsliga anordningar baserade på t.ex. kiselkarbid eller diamant i stånd att arbeta vid högre temperaturer än de för kiselbaserade komponenter.



Teknikområde

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett förfarande och en anordning för gasdetektion och speciellt för gasdetektion vid höga omgivningstemperaturer.

Teknikens ståndpunkt

Det är känt att katalytiska metaller kan användas som styren i gaskänsliga fälteffektanordningar (transistorer, kondensatorer, dioder, etc.). Dessa anordningar består alltså av strukturer med metall - isolator - halvledare eller metall - halvledare. De kan användas för att mäta små koncentrationer av molekyler som väte, vätesulfid, alkoholer, kolväten, ammoniak, aminer osv. Högsta möjliga arbetstemperatur bestäms av valet av halvledare, vilket för kisel är ungefär 250°C men för kiselkarbid ungefär 1000°C.

Gaskänsligheten uppträder eftersom reaktionsprodukter (t.ex. väteatomer) vid gränssytan mellan metall - isolator eller metall - halvledare ger upphov till elektriska fenomen, som ändrar det elektriska fältet vid halvledaren. Figur 1 visar, i genomskärning, en enkel skiss av en halvledarsensor enligt teknikens ståndpunkt. Ett problem med anordningar av denna typ är att långsamma fenomen förekommer (strukturella ändringar i metallen och/eller långsamma adsorptionsställen för reaktionsintermediärer vid gränssytan) som ger upphov till stabilitetsproblem och långa gensvarstider (hysteres).

I patentansökan U.S. nr 5 273 779 beskrivs ett förfarande att tillverka en gassensor och den därvid tillverkade produkten. Anordningen innefattar ett substrat, ett buffertskikt anbringat på substratet, ett elektrodpar anbringat på det gaskänsliga skiktet, minst ett gaskänsligt skikt anbringat på buffertskiktet och ett katalytiskt skikt anbringat på det gaskänsliga skiktet. Detta är emellertid inte en fälteffektanordning utan den är baserad på ändringar i ledningsförmågan i de gaskänsliga skikten. Dessutom används buffertskiktet för att förhindra reaktion mellan det gaskänsliga skiktet och substratet, dvs. buffertskiktet har ingen funktion i gasdetektionen. I patentansökan U.S. nr 4 337 476 beskrivs ett förfarande där kiselrika silicider används. Kiselrika silicider av titan och tantal, bildade genom sintring av en samspjuttrad legering med ett kisel/metallförhållande ett till tre, ersätter polykisel som styrelektrodmetsall i integrerade halvledarkretsar. Tekniken används som ett vanligt tillvägagångssätt för att utforma kontakter i standardfälteffektanordningar.

I patentansökan U.S. nr 4 816 888 beskrivs ett sätt att producera en känd vanlig kontakt med hjälp av en film av titan-guld. Detta har ingenting att göra med sensors gaskänslighet, som är baserad på ett fuktkänsligt skikt.

Det finns fortfarande ett behov av en gaskänslig sensormatris som har förbättrad stabilitet och ett snabbt gensvar och som också kan användas vid höga omgivningstemperaturer till exempel i ett förbränningssystem.

Kort beskrivning av uppfinningen

Föreliggande uppfinning visar en gaskänslig halvledaranordning som är lämplig för matriser med ett eller flera element som innehåller åtminstone två skikt anbringade på ett halvledarsubstrat, varvid dessa skikt ger bättre långtidsstabilitet och snabbare gensvar jämfört med element som har bara ett skikt. Skiktet i kontakt med gasen som ska detekteras är katalytiskt aktivt medan underliggande skikt primärt inte måste vara katalytiskt aktiva, men ändå ger upphov till förändringar i det elektriska fältet vid halvledaren i närvaro av gasen som ska detekteras. Den sensorelektroden ska kunna användas upp till 1000°C och är därför av intresse för gaskänsliga anordningar baserade på t.ex. kiselkarbid eller diamant som är möjliga att använda vid högre temperaturer än anordningar baserade på kisel.

Enligt ett första syfte med den föreliggande uppfinningen tillhandahålls en gassensormatris med åtminstone en sensoranordning på ett halvledarsubstrat, varvid ändringar i det elektriska fältet vid halvledaren uppstår på grund av ett katalytiskt skikt i kontakt med gasen som ska detekteras, samt ett mono- eller multiskikt mellan det katalytiska skiktet och det halvledande substratet, vilket utgör ett mellanskikt i gasdetektionsprocessen, och varvid mellanskiktet är typiskt gentemot det katalytiskt aktiva skiktet, samt har en elektrisk ledningsförmåga, som gör det användbart som en elektrisk kontakt i halvledaranordningen.

Enligt ett andra syfte med den föreliggande uppfinningen tillhandahålls en gassensormatris med åtminstone en sensoranordning på ett halvledarsubstrat, där substratet är belagt med ett skikt av katalytisk metall och förändringar i det elektriska fältet vid halvledaren uppstår på grund av ett andra katalytiskt skikt i kontakt med gasen som ska detekteras, samt ett mono- eller multiskikt mellan det katalytiska skiktet och den katalytiska metallen, varvid mono- eller

multiskiktet utgör ett mellanskikt vid gasdetektionen, och mellanskiktet är typiskt gentemot det katalytiska metallskiktet och det katalytiskt aktiva skiktet.

Enligt ett tredje syfte med den föreliggande uppfinningen är det katalytiska skiktet och det mellanliggande skiktet anbringat på ett isolatorskikt, lämpligen en oxid, primärt deponerad på halvledarsubstratet för att bilda en fälteffektstruktur, t.ex. en fälteffekttransistor, en metall - isolator - halvledarkondensator, en Schottkybarriärordning eller en tunneleffektanordning.

Enligt ett fjärde syfte med den föreliggande uppfinningen består det katalytiskt aktiva materialet av katalytisk metall, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer och mellanskiktet är silicid, till exempel tantalsilicid.

Enligt ett femte syfte med den föreliggande uppfinningen är halvledaranordningen tillverkad med användning av ett halvledarmaterial som har ett bandgap åtminstone 1.5 eV, till exempel kiselkarbid eller diamant.

Enligt ett sjätte syfte med den föreliggande uppfinningen tillhandahålls ett förfarande för att tillverka en gassensormatris med åtminstone en gaskänslig halvledaranordning inkluderande ett lämpligt dopat halvledarsubstrat, samt tillverkningssteget att genom förångning, lämpligen med DC-magnetronsputtring genom en mask, anbringa ett första mono- eller multiskikt på substratet, vilket bildar ett mellanskikt, varvid detta första skikt tillsammans med det katalytiska skiktet i kontakt med gasen, som ska detekteras, alstrar en förändring i det elektriska fältet vid halvledaren och har en elektrisk ledningsförmåga som gör det lämpligt som elektrod i halvledaranordningen, och på samma sätt anbringande av ett andra skikt som är katalytiskt aktivt, bestående av katalytisk metall, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer ovanpå det första skiktet eller de första skikten.

Enligt ett sjunde syfte med den föreliggande uppfinningen tillhandahålls ett förfarande för att tillverka en gassensormatris med åtminstone en gaskänslig halvledaranordning inkluderande ett lämpligt dopat halvledarsubstrat med ett katalytiskt metallskikt, samt tillverkningssteget att genom förångning, lämpligen med DC-magnetronsputtring genom en mask, anbringa ett första mono- eller multiskikt på substratet, varvid detta första skikt tillsammans med

katalytiska skikt i kontakt med gasen som ska detekteras alstrar en förändring i det elektriska fältet vid halvledaren, och på samma sätt anbringande av ett andra skikt som är katalytiskt aktivt, bestående av katalytisk metall, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer ovanpå det första skiktet eller de första skikten.

Enligt ett åttonde syfte med den föreliggande uppfinningen inkluderas i förfarandet ytterligare ett steg genom införandet av ett tredje skikt före anbringandet av de andra skikten, varvid detta tredje skikt är en isolator, lämpligen ett oxidskikt, ovanpå halvledarsubstratet, för att skapa en fälteffektanordning, såsom en fälteffekttransistor, en metall - isolator - halvledar-kondensator, en Schottkybarriär- eller tunneleffektanordning.

Kort beskrivning av ritningarna

Uppfinningen, tillsammans med ytterligare syften och fördelar med denna, förstås bäst genom att göra hänvisning till den efterföljande beskrivningen tillsammans med bifogade ritningar, där samma hänvisningsbeteckning refererar till samma eller motsvarande element, och i vilka:

Fig. 1 är en genomskärning av en gaskänslig halvledarsensor enligt tidigare teknik med en enskiktsstruktur på ett halvledande substrat med ett isolerande skikt;

Fig. 2 är en genomskärning av en gaskänslig halvledarsensor med en treskiktsstruktur som inkluderar ett mellanskikt, ovanpå en katalytisk metall, ovanpå ett isolerande skikt på ett halvledarsubstrat enligt ett första utförande av den föreliggande uppfinningen;

Fig. 3 är en genomskärning av en gaskänslig halvledarsensor med en tvåskiktsstruktur inkluderande ett mellanskikt, på ett isolerande skikt, på ett halvledarsubstrat enligt en andra utföringsform av den föreliggande uppfinningen; och

Fig. 4 visar ett exempel på C(V)-kurvor upptagna vid 650°C för en trelagers MOSiC-struktur enligt fig. 2.

Beskrivning av en belysande utföringsform

1. Inledning

Kemiska sensorer som kan arbeta vid höga temperaturer är intressanta vid många typer av förbränningskontroll. Vidare innebär en hög temperatur, för sensorer baserade på katalytiska metaller som det aktiva gaskänsliga elementet, att molekyler såsom mättade kolväten också kan detekteras. Fälteffektanordningar enligt teknikens ståndpunkt baserade på kisel är begränsade till temperaturer under omkring 250°C. Därför har det varit av intresse att utveckla fälteffektanordningar med katalytiska metallstyren baserade på kiselkarbid som halvledaren. Kiselkarbid, t.ex. 6H-SiC, har ett bandgap omkring 2.9 eV. Fälteffektanordningar baserade på kiselkarbid kan därför användas upp till åtminstone 800°C. En platina - oxid - kiselkarbidstruktur (Pt-MOSiC) kan användas för att detektera väte och (mättade) kolväten vid dessa temperaturer såsom diskuteras i "Chemical sensors for high temperatures based on silicon carbide", av A. Arbab *et al.*, *Sensors and Materials*, 4, 4, 1993, sid. 173-185, "Gas sensors for high temperature operation based on metall oxide silicon carbide (MOSiC) devices" av A. Arbab *et al.*, *Sensors and Actuators B*, 15-16, 1993, sid. 19-23, och "Evaluation of gas mixtures with high-temperature gas sensors based on silicon carbide" av A. Arbab *et al.*, *Sensors and Actuators B*, 18-19, 1994, sid. 562-565, vilka härmed inkluderas som referenser. Arbab var tidigare namnet på nuvarande uppfinnaren Baranzahi.

Den höga arbetstemperaturen för sensorerna förorsakade emellertid också en del problem relaterade till t.ex. det katalytiska metallstyrets stabilitet. Ett fenomen kallat katalytisk etsning kan förekomma vid reaktioner mellan molekyler, som innehåller väte, och syre på katalytiska metaller vid temperaturer över 450°C, vilket diskuteras till exempel av V. W. Dean *et al.*, i *J. Phys. Chem.* 92, 1988, sid. 5731-5738. Vidare kan det förekomma förändringar i den katalytiska metallfilmens struktur. Dessa fenomen kan förändra den katalytiska kontaktens yta och alltså förorsaka långtidsdrift i sensorsignalen. Fälteffektanordningar av i dag har också ofta långsamma adsorptionsställen för reaktionsprodukterna vid gränssytan mellan katalytisk metall och isolator, vilket förorsakar drift och/eller hysteresfenomen.

Här kommer emellertid att beskrivas ett förfarande för att tillverka en anordning, vilken har ett snabbt gensvar och en bra stabilitet både vid användning såväl som vid lagring, samt en beskrivning av den aktuella komponenten avsett för en gassensormatris.

Skapande av en gaskänslig anordning

I diskussionen kommer metalloxidkiselkarbidkondensatorer (MOSiC) att hänvisas till vid förklaringen även om den slutliga anordningen och det föredragna utföringsformen av denna kan vara en fälteffekttransistor i kiselkarbid. Kapacitans/spänningskurvan, $C(V)$ -kurvan, för MOSiC-strukturen kan t.ex. tas upp med hjälp av en Boontonbrygga vid 1 MHz. En återkopplingskrets används för att registrera spänningen som behövs för att hålla en given kapacitansnivå. Förändringen (minskningen) i denna spänning vid exponering mot de molekyler som ska detekteras är anordningens gensvar. Det observerade spänningsskiftet förorsakas av polarisationsfenomen i metalloxidstrukturen. I tjocka katalytiska metallkontakter, liksom de som använts i tidigare anordningar, orsakas polarisationen troligtvis av väteatomer vid metall/isolatorgränsytan och/eller i isolatorn.

I en experimentell uppställning förbereddes tre substrat som följer: substratskivor av kiselkarbid (6H-SiC), n-typ (kvävedopade till $1.6 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) med ett $10 \mu\text{m}$ n-typ episkikt av kiselkarbid ($1.55 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$), köptes från Cree Research Inc., Durham, NC, USA. Skivan rengjordes i en lösning av $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{ammoniak}$, 5 : 1 : 1, under 5 minuter vid 80°C , sköljdes i avjoniserat vatten, rengjordes i en lösning av $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl}$, 6 : 1 : 1, under 5 minuter vid 80°C och sköljdes i avjoniserat vatten. Den naturliga oxiden etsades bort i koncentrerad HF (49%) under 5 minuter. Därefter sköljdes skivan i avjoniserat vatten, torkades och oxiderades i torr syrgas vid 1250°C under 3,5 timmar och värmebehandlades i argon vid samma temperatur under 30 minuter. Oxidtjockleken uppmättes med ellipsometer till $135 \pm 4 \text{ nm}$. Oxiden på baksidan av skivan etsades bort med buffrad HF medan framsidan skyddades med fotoresist. Efter borttagande av resisten deponerades en ohmsk baksideskontakt bestående av 150 nm TaSi_2 och 100 nm Pt med DC-magnetronsputtring varvid skivan hade en temperatur 350°C . Pt-beläggningen av TaSi_2 är till för att skydda baksideskontakten mot syre under efterföljande högtemperaturmätningar i luft. Styrelektroden deponerades genom en skuggande kopparmask. Provet värmdes till 350°C under sputtringen för att öka vidhäftningen av Pt mot SiO_2 , eftersom det har föreslagits att vidhäftning av Pt mot SiO_2 blir bättre vid förhöjda temperaturer. Tre typer av styrelektroder utformades enligt följande. Prov nr 2 behölls vid rumstemperatur under deponeringen.

Substratet för prov 1 erhöill 300nm Pt, DC-magnetronspatrat genom en kopparmask med ett hål med en diameter 1.5 mm och med substrattemperaturen 350°C under spattringen. (Enskiktstruktur i enlighet med teknikens ståndpunkt enligt fig. 1)

Substratet för prov 2 erhöill 0,3 nm Cr + 300 nm Pt, genom förångning med elektronkanon genom en kopparmask med hål 1,0 mm i diameter och ingen extern uppvärmning av substratet. (Tvåskiktstruktur motsvarande tidigare teknik enligt prov 1)

Substratet för prov 3 erhöill 50 nm Pt + 50 nm TaSi₂ + 100 nm Pt, DC- magnetronspatrat genom en kopparmask med hål 1,0 mm i diameter och med substratet vid en temperatur 350°C under spattringen. (Treskiktstruktur enligt den föreliggande uppfinningen i enlighet med fig. 2)

Fig. 2 visar en schematisk bild av strukturen för provet 3, MOSiC-substratet, enligt den föreliggande uppfinningen.

Proven monterades sedan på en platinafolie (jordad med hjälp av en platina tråd) i en liten kvartscylinder placerad inuti ett slutet kvartsrör omkring 50 cm långt och 5 cm i diameter inuti en ugn, där temperaturen kunde varieras mellan rumstemperatur och 1100°C med en noggrannhet av $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Styrelektroden kontakterades med en platinaspets genom en kvartskolv inuti kvartscylindern. Proven exponerades för gaser genom ett annat kvartsrör 5 mm i diameter. Ett datastyrt gasblandningssystem användes för att blanda gaser i önskade koncentrationer från några ppm till flera procent. Argon användes som bärgas och alla gaserna hade en renhet 99,99 % eller bättre. Totala gasflödet var 100 ml/min och det totala gastrycket var omkring en atmosfär eller något högre.

Proven aktiverades katalytiskt genom körning vid 550°C i en reaktiv atmosfär bestående av pulser av väte och etan i argon och syre under 24 timmar. Mätningar utfördes sedan vid temperaturer från 350°C till 700°C i steg om 25 eller 50°C. Under 350°C kan gensvarstiden vara ganska lång för en vissa molekyler.

3. Allmänna experimentella iakttagelser

C(V)-kurvor (vid 650°C) för provet 3, som är MOSiC-anordningen med treskiktsstyret, visas i Fig. 4. Kurvan till höger erhålls när sensorn körs i syntetisk luft, 20 % O₂ i Ar. Nästa kurva till vänster erhålls vid 5000ppm H₂ i argon. Skiftet i C(V)-kurvan indikerat som ΔV i flatbandområdet är anordningens gensvar på väte. Tidsberoendet för ΔV erhöles genom att använda en snabb skrivare och genom att använda den konstanta kapacitans tekniken nämnd i kapitlet "Skapande av en gaskänslig anordning".

Uppsättningen kurvor i Fig. 4 illustrerar några av egenskaperna som observerats för en MOSiC-anordning vid tillräckligt höga temperaturer. Hos många anordningar visar kapacitansen i inversionsområdet en stor hysteres i syre (eller i ren argon), en hysteres som försvinner i närvaro av väte. Vidare finns ofta en hysteres i C(V)-kurvornas läge när den pålagda potentialen på metallkontakten ökar (se fig. 4). När man registrerar ΔV vid en konstant kapacitans är problemen med hystereffekter mycket mindre eller existerar inte eftersom sådana mätningar är gjorda med ett konstant elektriskt fält vid halvledarytan.

Långtidsstabiliteten vid 550°C för prov 1 kontrollerades under åtta dagar och ändringar i gensvaret kunde avläsas på en tidsskala av 4 - 6 timmar. Prov 2, som är en tvåskikts-anordning med det tunna kromskiktet under platinafilmen, användes för att testa om en ökad vidhäftning av metallen till oxiden kunde erbjuda ett ännu stabilare styre. Det visade sig emellertid i enlighet med tidigare studier på Pd-metalloxidkiselanordningar att väte- och kolvätegensvaret försvann i närvaro av kromskiktet. (Se även "Hydrogen induced drift in palladium gate metall - oxide - semiconductor structures", av C. Nylander *et al.*, J. Appl. Phys., 56, 4, 1984, sid. 1177 - 1188.)

Det bästa resultat från ovanstående tre prover kom från prov 3, treskiktsstrukturen. Detta hade ett stabilt gensvar för väte och kolväten under en lång tidsperiod fastän dess styre också uppvisar strukturförändringar. Den ökade stabiliteten hos sensorns gensvar kan förklaras om i princip bara toppskiktet ändrar struktur, vilket betyder att ytan av metall i kontakt med oxid inte minskar i likhet med enskiktsstyret av Pt enligt tidigare teknik. Den uppnådda stabiliteten demonstreras av att gensvaret är nästan detsamma efter 12.5 timmar av kontinuerlig användning vid 600°C, samt att lagring i (laboratorie) luft inte förändrar anordningens gensvar.

Ytterligare tester demonstrerar att gensvaret är acceptabelt snabbt fastän det finns en långsam del speciellt vid urladdningen av anordningen.

Även gensvarets temperaturberoende för etan (C_2H_6) i olika syrekoncentrationer för en struktur med treskiktsstyre testades. Det faktum, att gensvaret i syre vid intermediära temperaturer mätas vid en nivå avsevärt lägre än gensvaret i argon, indikerar att det existerar (åtminstone) två olika reaktionsvägar för reaktionsprodukterna, som orsakar det observerade spänningsskiftet. Spänningsskiftet är med största sannolikhet förorsakat av väteatomer vid gränsytan Pt-oxid.

Vi har alltså funnit ett sätt att öka långtidsstabiliteten och minska gensvarets tidskonstant. Detta åstadkoms genom införandet av ett "mellanskikt" enligt fig. 2 och 3, varvid detta skikt har följande egenskaper:

- det släpper igenom en reaktionsprodukt, och
- det stoppar strukturförändringar för skiktet i kontakt med isolatorn/halvledaren.

Enligt fig. 3 ska "mellanskiktet" också

- vara tillräckligt elektriskt ledande för att utgöra ett styre för fälteffektanordningar,
- ge upphov till elektriska polarisationsfenomen (förändringar av det elektriska fältet) i närvaro av reaktionsintermediärer samt
- bara ge upphov till snabba adsorptionsställen för reaktionsintermediärerna (tidskonstanter ≤ 3 sek.).

Föredragna utföringsformer

En första lämpligt utföringsform av en gaskänslig anordning enligt den föreliggande uppfinningen, visad i fig. 3, är en tvåskiktsstruktur innefattande ett första katalytiskt aktivt material 5 som består av katalytisk metall, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer, ett andra mellanskikt 4 som består av silicid lämpligen tantalsilicid, deponerad på ett isolerande skikt 2 på ett halvledande substrat 1, lämpligen ett halvledarmaterial med stort bandgap, där bandgapet är minst 1.5 eV. Sådana halvledarmaterial med stort bandgap

kan vara till exempel kiselkarbid eller diamant. Anordningen tillverkas lämpligen genom att använda tekniken som diskuterades för iordningställande av testprov 3 ovan, men med uteslutande av Pt-skiktet ovanpå isolatorn som motsvarar ett skikt som inte realiseras i denna första föredragna utföringsform.

Sålunda ska ett substrat enligt den första föredragna utföringsformen utgå från ett lämpligt substrat, t.ex. kiselkarbid eller diamant, till exempel iordningställt enligt exempel i ett föregående stycke, erhålla i tur och ordning 50 nm TaSi_2 + 100 nm Pt, DC-magnetronsputtrat genom en kopparmask med hål 1 mm i diameter och med en substrattemperatur 350°C under sputtringen. (En tvåskiktsstruktur enligt föreliggande uppfinning.)

En andra föredragen utföringsform av sensoranordningen enligt den föreliggande uppfinningen, visad i Fig. 2, är sålunda en treskiktsstruktur innefattande ett första katalytiskt aktivt material 5 bestående av katalytiska metaller, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer, ett andra mellanskikt 4 bestående av silicid, lämpligen tantalsilicid, och ett tredje skikt 3 av katalytisk metall, deponerad på ett isolerande skikt 2 på ett halvledarsubstrat 1, lämpligen ett halvledarmaterial med stort bandgap, där bandgapet är minst 1.5 eV. Sådana material med stora bandgap är t.ex. kiselkarbid eller diamant. Anordningen tillverkas lämpligen genom att använda tekniken ovan för tillverkning av testprov 3. Skiktet 3 av katalytisk metall kan också fungera som kontakt mot den gaskänsliga anordningen.

Ett substrat enligt den andra föredragna utföringsformen skall utgå från ett lämpligt substrat, till exempel kiselkarbid eller diamant, iordningställas på samma sätt som i den första föredragna utföringsformen, och erhålla i tur och ordning 50 nm Pt + 50 nm TaSi_2 + 100 nm Pt, DC-magnetronsputtrat genom en kopparmask med en diameter 1 mm och med en substrattemperatur 350°C under sputtringen. (En tvåskiktsstruktur enligt den föreliggande uppfinningen.)

Vi föreslår för tillfället en förångningsmetod såsom sputtring som den lämpligaste metoden för att påföra de olika skikten enligt uppfinningen.

I stället för en halvledande fälteffektanordning som beskrivits här förutses det också att andra typer av komponenter mycket väl kan förses med den här beskrivna typen av styre, t.ex. en tunneldiod med metall - isolator - metall då den elektriska strömmen genom en sådan diod också påverkas av polarisationsfenomen i styrelektroden, det vill säga det elektriska fältet vid isolatorytan.

Om anordningen som beskrivits här arrangeras till en matris blir den mycket användbar som en förbränningssensor. De är speciellt användbara vid små syrekoncentrationer, varvid känsligheten kan kontrolleras med hjälp av anordningens temperatur. Anordningarna enligt den föreliggande uppfinningen är tillräckligt snabba för sådana önskvärda tillämpningar.

PATENTKRAV

1. Gassensormatris innefattande åtminstone en sensoranordning på ett halvledarsubstrat (1),
k ä n n e t e c k n a d av

att förändringar i det elektriska fältet vid halvledaren sker på grund av ett katalytiskt skikt (5) i kontakt med gasen som ska detekteras, och ett mono- eller multiskikt, mellan det katalytiska skiktet (5) och det halvledande substratet (1), varvid mono- eller multiskiktet utgör ett mellanskikt (4) i gasdetektionsprocessen

varjämte mellanskiktet (4) är av annan typ än det katalytiskt aktiva skiktet (5), och har en elektrisk ledningsförmåga som gör det lämpligt som en elektrisk kontakt i halvledaranordningen.

2. Gassensormatris innefattande åtminstone en sensoranordning på ett halvledarsubstrat (1),
k ä n n e t e c k n a d av

att substratet är försett med ett skikt (3) av katalytisk metall

att förändringar i det elektriska fältet vid halvledaren sker på grund av ett andra katalytiskt skikt (5) i kontakt med gasen som ska detekteras, samt ett mono- eller multiskikt mellan det katalytiska skiktet (5) och den katalytiska metallen (3), varvid mono- eller multiskiktet utgör ett mellanskikt (4) i gasdetektionsprocessen,

varjämte mellanskiktet (4) är typskilt gentemot det katalytiska metallskiktet (3) och det katalytiskt aktiva skiktet (5).

3. Gassensormatris enligt krav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d av

att det katalytiska skiktet (5) och mellanskiktet (4) har deponerats på ett första isolerande skikt, lämpligen en oxid, deponerad på halvledarsubstratet, varvid bildas en fälteffektstruktur, såsom en fälteffekttransistor, en metall - isolator - halvledarkondensator, en Schottkybarriär eller en tunneleffektanordning.

4. Gassensormatris enligt krav 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a d av

att det katalytiskt aktiva materialet (5) består av katalytisk metall, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer.

5. Gassensormatris enligt krav 4, k ä n n e t e c k n a d av

att halvledaranordningen är tillverkad av ett halvledarmaterial med brett bandgap, varvid bandgapet är minst 1.5 eV.

6. Gassensormatris enligt krav 4, k ä n n e t e c k n a d av att mellanskiktet (4) är en silicid.

7. Gassensormatris enligt krav 4, k ä n n e t e c k n a d av att mellanskiktet (4) är en tantalsilicid.

8. Gassensormatris enligt krav 5, k ä n n e t e c k n a d av att halvledarmaterialet är kiselkarbid eller diamant.

9. Förfarande för att tillverka en gassensormatris som innefattande åtminstone en gaskänslig halvledaranordning inkluderande ett lämpligt dopat halvledarsubstrat (1) k ä n n e t e c k n a t av stegen

påförande genom förångning eller sputtring, lämpligen DC-magnetronsputtring genom en mask, av ett första mono- eller multiskikt (4) på substratet, varvid det första mono- eller multiskiktet utgör ett mellanskikt och tillsammans med ett katalytiskt skikt alstrar en förändring i det elektriska fältet vid halvledaren och uppvisande en elektrisk ledningsförmåga som gör det lämpligt som en elektrod i halvledaranordningen; samt

påförande på samma sätt av ett andra skikt (5) som är katalytiskt aktivt ovanpå det första skiktet eller skikten.

10. Förfarande för att tillverka en gassensormatris innefattande åtminstone en gaskänslig halvledaranordning inkluderande ett lämpligt dopat halvledarsubstrat (1) försett med ett katalytiskt metallskikt (3), k ä n n e t e c k n a t av stegen

påförande genom förångning eller sputtring, lämpligen DC-magnetronsputtring genom en mask, av ett första mono- eller multiskikt (4) på det katalytiska metallskiktet, varvid det första mono- eller multiskiktet tillsammans med katalytiska skikt alstrar en förändring i det elektriska fältet vid halvledaren och

påförande på samma sätt av ett andra skikt (5) som är katalytiskt aktivt ovanpå det första skiktet.

11. Förfarande enligt krav 9 eller 10, k ä n n e t e c k n a t av stegen

påförande av ett tredje skikt före påförandet av något ytterligare skikt, där det tredje skiktet är en isolator, lämpligen ett oxidskikt, ovanpå halvledarsubstratet för att bilda en fälteffektanordning, såsom en fälteffekttransistor, en metall - isolator - halvledarkondensator, en Schottkybarriäranordning eller en tunneleffektanordning.

12. Förfarande enligt krav 9, 10 eller 11, k ä n n e t e c k n a t av

att det andra skiktet (5) utgörs av katalytiska metaller, legeringar eller föreningar, oxider, keramer eller polymerer.

13. Förfarande enligt krav 9, 10 eller 11, k ä n n e t e c k n a t av

att substratet (1) är ett halvledarmaterial med stort bandgap, varvid bandgapet är minst 1.5 eV.

14. Förfarande enligt krav 12, k ä n n e t e c k n a t av

att det första skiktet (4) bildar åtminstone ett mellanskikt av silicid.

15. Förfarande enligt krav 12, k ä n n e t e c k n a t av

att mellanskiktet är en tantalsilicid.

16. Förfarande enligt krav 13, k ä n n e t e c k n a t av

att halvledarmaterialet med brett bandgap är kiselkarbid eller diamant.

TEKNIKENS
STÅNDPUNKT

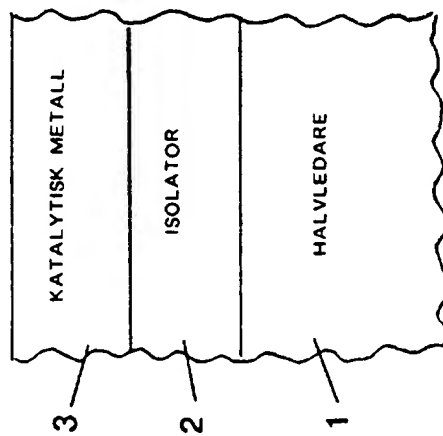


Fig. 1

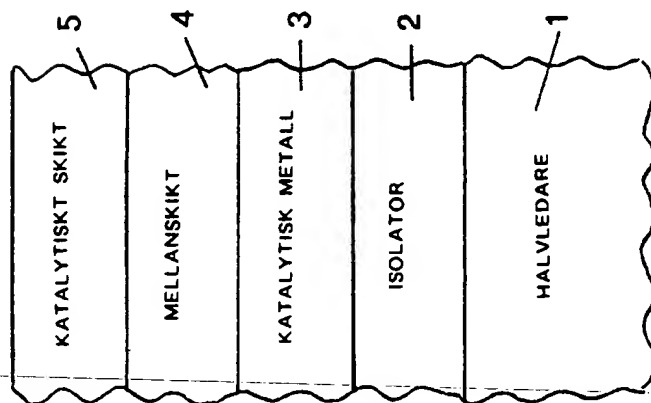


Fig. 2

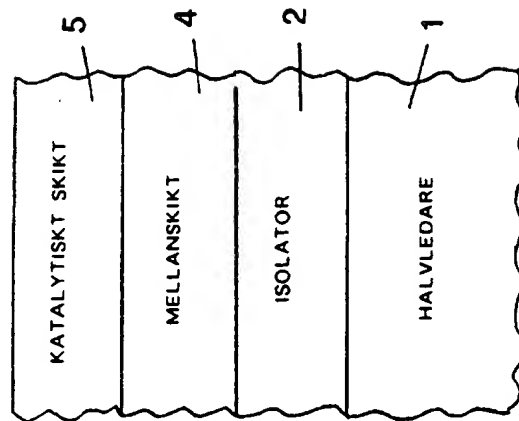


Fig. 3

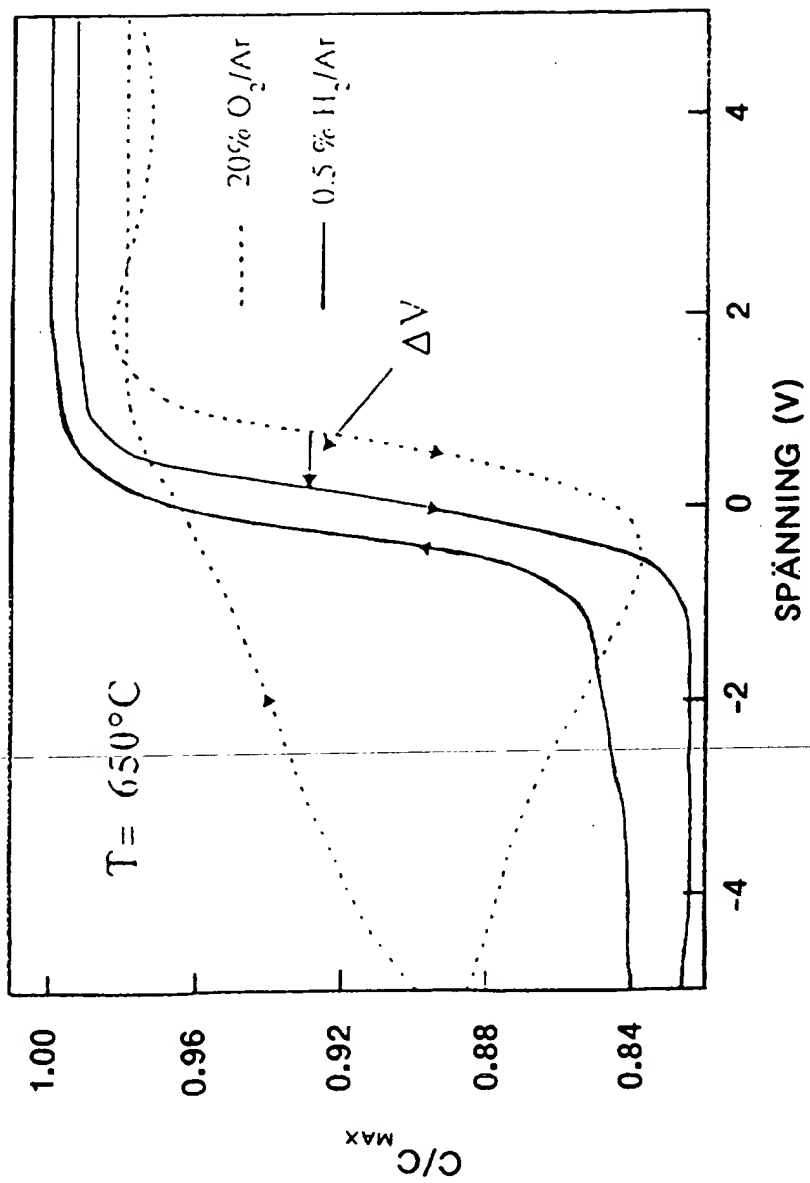


Fig. 4